المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum Development

الفيزياء

الصف الثاني عشر 12

الفصل الدراسي الأول

كتاب الأنشطة والتجارب العملية



المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum Development

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

الفيزياء

الصف الثاني عشر علمي - كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الفصل الدراسي الأول

12

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

أ.د. محمود إسماعيل الجاغوب | خلدون سليمان المصاروه

موسى محمود جرادات | د. إبراهيم ناجي غبار

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

 P.O.Box: 2088 Amman 11941  06-5376266  06-5376262 / 237

 www.nccd.gov.jo  feedback@nccd.gov.jo  @nccdjor

قـرّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطـــوير المناهـــج في جلسـته رقم (2022/3)، تاريـخ 2022/5/12 م، وقرار مجلس التربية والتعليـم رقم (2022/21)، تاريـخ 2022/5/29 م، بـدءًا من العام الـدراسي 2022 / 2023 م.

- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 311 - 1

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2022/4/1972)

375,001

الأردنّ. المركز الوطني لتطوير المناهج

الفيزيـاء: الصـف الثانـي عشـر: كتـاب الأنشـطة والتجـارب العمليـة (الفصـل الدراسـي الأول)/ المركـز الوطنـي لتطويـر المناهـج.– عمّـان: المركـز، 2022

ج1 (38) ص.

ر.إ.: 2022/4/1972

الواصفات: / تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية/ / مستويات التعليم/ / المناهج/

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

British Library Cataloguing -in- Publication Data
A catalogue record for this publication is available from the Library.

الطبعة الأولى (التجريبية)

1443 هـ / 2022 م

قائمة المحتويات

تأثيرُ كتلةِ الجسمِ وسرعتهِ في التصادُمات

الخلفيّة العلميّة:

يُعرّف الزخَم الخطيّ ($\boldsymbol{p}$) لجسم بأنه؛ ناتج ضرب كتلته (m) في سرعته المُتّجهة ($\boldsymbol{v}$)، ويُعبّر عنه بالمعادلة الآتية:

$$\boldsymbol{p} = m\boldsymbol{v}$$

وهو كميّةٌ مُتّجهة، له اتّجاه السرعة المُتّجهة نفسه. ويزداد الزخَم الخطيّ لجسمٍ بزيادة مقدار سرعته أو كتلته أو كليهما، فيزداد تبعًا لذلك مقدار القوة اللازم التأثير بها في الجسم لتغيير حالته الحركيّة، كما يزداد مقدار الأثر الناتج عن تصادُمه بغيره من الأجسام. ويربط القانون الثاني لنيوتن بين التغيُّر في الزخَم الخطيّ لجسم والقوّة المُحصّلة المؤثّرة فيه بالعلاقة الآتية:

$$\sum \boldsymbol{F} = \frac{d\boldsymbol{p}}{dt}$$

الأهداف:

- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- استنتاجُ تأثير زيادة كتلة جسم في مقدار الأثر الذي يُحدثه.
- استنتاجُ تأثير زيادة سرعة جسم في مقدار الأثر الذي يُحدثه.
- استنتاجُ العوامل المؤثّرة في مقادير سرعات الأجسام بعد تصادُمها.
- استنتاجُ العوامل المؤثّرة في اتّجاهات سرعات الأجسام بعد تصادُمها.



الموادّ والأدوات: كرتان زجاجيّتان أو فلزّيتان متماثلتان، كرةُ تنس، سطحٌ خشبيٌّ مستوٍ أملَس فيه مَجرى، حامل فلزيّ، كوبٌ بلاستيكيٌّ، قضيبانِ خشبيّان طولُ كُلّ منهُما (30 cm) تقريبًا، مَسطرةٌ مِتريّة، شريطٌ لاصق.

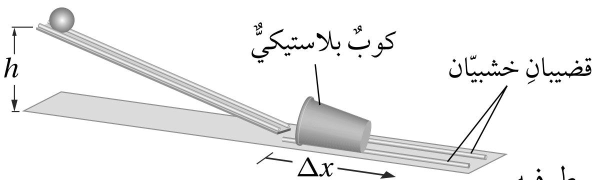


إرشادات السلامة: ارتداء المعطف واستعمال النظّارات الواقية للعينين، الحذرُ من سقوطِ الكرات على أرضية المختبر، أو تقاذف الطلبة الكرات بينهم.



خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفِّذ الخطوات الآتية:



1. أضع السطح الخشبيّ على سطح الطاولة، ثم أرفعُ أحد طرفيه بالحامل الفلزيّ ليصبح مستوًى مائلًا، ثم أُثبّت قطعة شريطٍ لاصقٍ عليه عند ارتفاع مُحدّد. بعدها؛ أُثبّتُ القضيبين الخشبيّين بشكل متوازٍ على بُعدٍ محدّد من نهاية المستوى المائل لتشكّل مجرًى للكوب البلاستيكي وأضع الكوب بينهما، بحيث تكون فوّهتُه مقابلةً للمستوى المائل، كما هو موضّحٌ في الشكل.

2. **أقيسُ**: أضعُ الكرةَ الزجاجية على المستوى المائل عند الشريط اللاصق، ثم أُفلِتُها، وأقيس المسافة التي تحرَّكها الكوبُ بعد اصطدام الكرة به، وأُدوّنها.
3. أكرّر الخطوةَ السابقة باستخدامِ كرة التنس.
4. **ألاحظ**: أضعُ الكرتين الزجاجيتين على سطح الطاولة، ثم أُدحرجُ إحداهما باتّجاه الأخرى، وأُلاحظُ اتّجاه حركة كُلّ منهما بعد تصادُمهما معًا.
5. أضع الكرةَ الزجاجية وكرة التنس على سطح الطاولة، ثم أُدحرجُ الكرة الزجاجية باتّجاه كرة التنس، وأُلاحظ اتّجاه حركة كُلّ منهما بعد تصادُمهما معًا.
6. أُكرّر الخطوةَ السابقة؛ على أن تبقى الكرةُ الزجاجية ساكنةً، وأُدحرجُ كرة التنس نحوها، وأُلاحظ اتّجاه حركة كُلّ منهما بعد تصادُمهما معًا.



التحليل والاستنتاج:

1. **أُقارنُ** بين المسافة التي تحرّكها الكوبُ البلاستيكي في الخطوتين (2،3). ماذا أستنتج؟ أُفسّر إجابتي.

....

....

....

2. **أستنتجُ**: استنادًا إلى ملاحظاتي في الخطوات 4–6؛ ما العوامل التي تؤثر في سرعة كُلّ من الكرتين بعد تصادُمهما؟

....

....

....

3. **أستنتج**: استنادًا إلى ملاحظاتي في الخطوات 4–6؛ ما العواملُ التي تحدّدُ اتّجاه حركة كُلّ من الكرتين بعد تصادُمهما؟ أُفسّر إجابتي.

....

....

....

التّجربة 1 حفظُ الزخَم الخطيّ

الخلفيّةُ العلميّة:

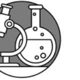
في أثناء تصادُم جسمين أو أكثر في نظام معزول؛ أي في حالة عدم وجود قوّة محصّلة خارجية تؤثّر فيه، يكون الزخَم الخطيّ محفوظًا.

سوف أستقصي في هذه التجربة قانون حفظ الزخَم الخطيّ؛ لذا سأحلّلُ تصادُم جسمين يتحرّكان في خطٍّ مستقيمٍ على المسار نفسه (تصادُم في بُعدٍ واحد) على مدرج هوائيّ. إذ يعمل الهواء المُنبعث من فتحات المدرج على تقليل الاحتكاك المؤثّر في العربتين المُتحرّكتين عليه؛ لذا يُمكنُني إهمال الطاقة المفقودة بفعل الاحتكاك وافتراض أنّ السطح الذي تتحرّكان عليه أملس. ينصُّ قانون حفظ الزخَم الخطيّ على أنّه: «عندما يتفاعلُ جسمانِ أو أكثر في نظامٍ معزول، يظلُّ الزخَم الخطيّ الكليُّ للنظام ثابتًا»؛ لذا يكون الزخَم الخطيّ الكُليُّ للعربة A والعربة B قبل التصادُم مساويًا للزخَم الخطيّ الكُلي للعربتين بعد تصادُمهما في نظامٍ معزول.

$$m_A \boldsymbol{v}_{Ai} + m_B \boldsymbol{v}_{Bi} = m_A \boldsymbol{v}_{Af} + m_B \boldsymbol{v}_{Bf}$$

الأهداف:

- حسابُ الزخَم الخطيّ لعربتين قبل التصادُم وبعده.
- إثباتُ أنّ الزخَم الخطيّ محفوظٌ في الأنظمة المعزولة.
- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- اكتسابُ مهارة تصميم التجارب وتنفيذها.



الموادّ والأدوات:

مدرجٌ هوائيٌّ مع مُلحقَاته (العرباتُ والبطاقاتُ الخاصة بها، والبوابات الضوئية، ومضخة الهواء)، ميزانٌ إلكترونيّ، أثقالٌ مختلفةٌ، شريطٌ لاصقٌ.

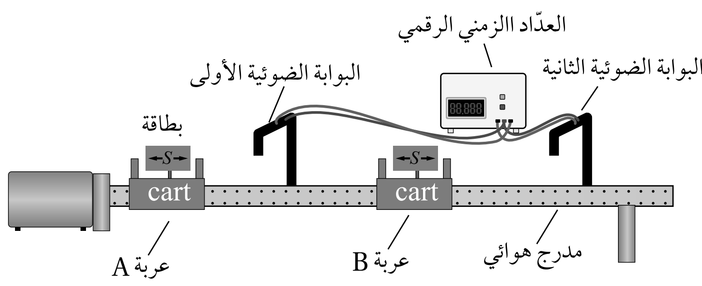


إرشاداتُ السلامة:

ارتداءُ المعطَف واستعمال النظّارات الواقية للعينين، والحذرُ من سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.

خطواتُ العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفّذ الخطوات الآتية:



1. أُثبّتُ المدرج الهوائيّ أفقيًّا على سطح الطاولة، ثم أُثبّت البوابتين الضوئيتين كما هو مُوضّحٌ في الشكل.
2. **أقيسُ** طول كُلّ من البطاقتين الخاصتين بالعربتين المُنزَلقتين (S)، ثم أُثبّتُ كُلًّا منهما على عربة، وأُدوّن طوليهما في الجدول (1)، ثمّ أُثبّتُ لاصقًا على كُلّ عربة، وأكتب الرمز A على إحداهما، والرمز B على الأُخرى.
3. **أقيسُ** كتلةَ كُلّ من العربتين، ثمّ أُدونهما في المكان المُخصّص في الجدول (2).
4. أضعُ العربة A عند بداية المدرج، ثمّ أضعُ العربة B في منتصف المدرج بين البوابتين الضوئيّتين، كما هو مُوضّح في الشكل.
5. **أُجرّبُ**: أُشغّل مضخّة الهواء، ثمّ أدفع العربة A في اتّجاه العربة B الساكنة، ثمّ أُدوّن في الجدول (1) الزمن (t_{Ai}) الذي تستغرقه العربة A في عبور البوابة الأولى قبل التصادُم، والزمن الذي تستغرقه كُلّ من العربتين A وB (t_{Af}،t_{Bf}) في عبور البوابتين الأولى والثانية على الترتيب بعد التصادُم.
6. أُكرّرُ الخطوة السابقة بوضع أثقالٍ على العربة A؛ بحيث تصبح كتلتُها ضعفي كتلة العربة B، وأُدوّن القياسات الجديدة للكتلة والزمن في الجدولين (1 و2) للمحاولة 2.

البياناتُ والملاحظات:

الجدول (1)

المحاولة	S_A (m)	S_B (m)	t_{Ai} (s)	t_{Af} (s)	t_{Bf} (s)	v_{Ai} (m/s)	v_{Bi} (m/s)	v_{Af} (m/s)	v_{Bf} (m/s)
1									
2									

الجدول (2)

المحاولة	m_A (kg)	m_B (kg)	v_{Ai} (m/s)	v_{Bi} (m/s)	v_{Af} (m/s)	v_{Bf} (m/s)	p_{Ai} (kg.m/s)	p_{Bi} (kg.m/s)	p_{Af} (kg.m/s)	p_{Bf} (kg.m/s)
1										
2										



التحليلُ والاستنتاج:

1. **أحسبُ** مقاديرَ السُّرعات الابتدائيّة والنهائيّة للعربتين لكُلّ محاولة باستخدام العلاقة: $v = \frac{S}{\Delta t}$ ، وأُدوّن السرعات المُتّجهة للعربتين في الجدولين (1 و2)، مع الانتباه إلى اتّجاه حركة كلّ من العربتين، مع افتراض أنّ اتّجاه الحركة إلى اليمين هو الاتّجاه الموجب.

....

....

....

2. **أحسبُ** الزخَم الخطيّ الابتدائيّ والزخَم الخطيّ النهائيّ لكُلّ عربةٍ في الجدول (2)، وأُدوّنها فيه.

....

....

....

3. **أحسبُ** الزخَم الخطيّ الكليَّ الابتدائيّ والزخَم الخطيّ الكلي النهائي لنظام العربتين لكُلّ محاولةٍ في الجدول (2)، وأُدوّنُها.

....

....

....

4. **أقارن**: ما العلاقة بين الزخَم الخطيّ الكُلّي الابتدائي والزخَم الخطيّ الكُلّي النهائيّ لنظامي العربتين في التصادُمات للمحاولتين 1 و2؟ أُفسّر نتائجي.

....

....

....

5. **أُصدر حُكمًا:** هل تطابقت نتائج تجربتي مع قانون حفظ الزخَم الخطيّ في المحاولتين؟ ماذا أستنتج؟ أوضّح إجابتي.

....

....

....

....

....

....

6. **أتوقّعُ** مصادر الخطأ المُحتمَلة في التجربة.

....

....

....

أسئلة تفكير

1- أضعُ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكُلّ جملة ممّا يأتي:

1. أيٌّ ممّا يأتي زخمه الخطيّ أكبر: قاربٌ مُثبّتٌ برصيف ميناء، أم قطرة مطرٍ ساقطة؟

أ. القارب. ب. قطرة المطر.

جـ. لهما الزخَم الخطيّ نفسه. د. الجسمان لا يملكان زخمًا خطيًّا.

2. دراجةٌ هوائيّةٌ كتلتها (30 kg)، ومقدار زخَمها الخطيّ (150 kg.m/s). إنّ مقدار سرعتها بوحدة (m/s) يساوي:

أ. 4500 ب. 15 جـ. 5 د. 45

3. إذا تضاعف مقدار سرعة جسمٍ مرّتان؛ فإنّ مقدار زخَمه الخطيّ:

أ. لا يتغيّر. ب. يتضاعف مرّتان.

جـ. يتضاعف أربع مرّات. د. يصبح نصف مقدار زخَمه الخطيّ الابتدائي.

4. يقفز قُصي من قاربٍ ساكنٍ كتلتُه (400 kg) إلى الشاطئ، فيتحـرك القـاربُ مبتعدًا عن الشاطئ بسرعةٍ أفقيّةٍ مقدارُها (1.0 m/s). إذا علمتُ أنّ كتلة قُصي (80 kg)؛ فما مقدار سرعة حركته؟ وما اتّجاهها؟

أ. (0.2 m/s) نحو الشاطئ. ب. (0.5 m/s) بعيدًا عن الشاطئ.

جـ. (5.0 m/s) بعيدًا عن الشاطئ. د. (5.0 m/s) نحو الشاطئ.

2- رَمَت دعاءُ كرةً كتلتُها (0.18 kg) أفقيًا بسرعةٍ مقدارُها (20.0 m/s) باتّجاه محور $+x$؛ فضربَتها صديقتُها مريم بالمضرب، حيث ارتدّت الكرة بالاتّجاه المعاكس بسرعةٍ مقدارُها (30.0 m/s). أُجيب عمّا يأتي:

أ. **أحسبُ** مقدار التغيُّر في الزخَم الخطيّ للكرة.

ب. **أحسبُ** مقدار الدفع المؤثّر في الكرة، وأُحدّد اتّجاهه.

جـ. إذا كان زمن تلامُس الكرة والمضرب (0.60 s)؛ أحسب مقدار القوة المتوسّطة التي أثّر بها المضرب في الكرة.

3- أُحلّلُ: عند تحرُّك سيارةٍ في مسارٍ دائريٍّ بسرعةٍ ثابتةٍ مقدارًا؛ فهل يتغيّر زخَمها الخطيّ؟ أُفسّر إجابتي.

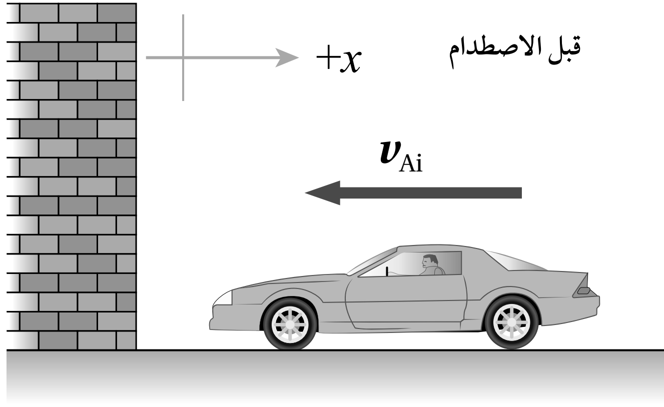
....

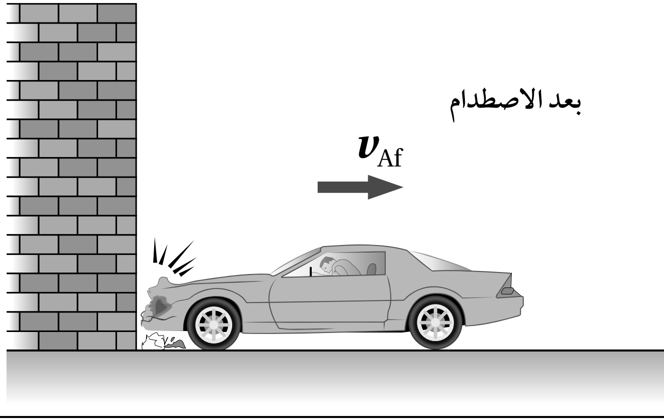
....

4- تتحرّك عربةٌ بسرعةٍ ثابتة؛ حيث كان مقدارُ زخَمها الخطيّ يساوي (12 kg.m/s). إذا أضفتُ أثقالًا إلى العربة بحيث تضاعفت كتلتُها مرّتين مع بقاء سرعتها ثابتة؛ فكم يُصبح مقدار زخمها الخطيّ؟

....

....





تعريض سيارةٍ لحادث اصطدامٍ بحاجز.

5- **أُحلّل وأستنتج**: لاختبار مستوى الأمان في السيارات، وفاعلية الوسائد الهوائية، وأحزمة الأمان فيها؛ تُوضَع دميةٌ مكان السائق، ثم يجري تعريض السيارة لحادث اصطدام بحاجز، كما هو موضّحٌ في الشكل. إذا علمتُ أنّ كتلة السيارة $(1.5 \times 10^3\ kg)$، وسرعتُها قبل الاصطدام $(15\ m/s)$ غربًا، وسرعتُها بعد الاصطدام مباشرةً $(3.0\ m/s)$ شرقًا، وزمن التلامُس بين السيارة والحاجز $(0.15\ s)$ ؛ أجد ما يأتي:

أ. الدفع الذي يؤثّر به الحاجزُ في السيارة.

ب. القوّة المتوسّطة التي يؤثّر بها الحاجزُ في السيارة.

الراديان

الخلفيّة العلميّة:

عند تحرُّك جسمٍ حركةً دورانيّةً حول محورٍ ثابتٍ عموديٍّ عليه؛ فإنّني أصفُ حركة جُسيمٍ A عليه على بُعد (r) عن محور الدوران باستخدام الإحداثيّات القطبيّة (r , θ)؛ حيثُ (θ) هي الزاوية التي يصنعُها الخطُّ المستقيمُ الواصل بين الجسيم ومحور الدوران مع الخط المرجعيّ (محور x+) مُقاسةً بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة. عند دوران الجسم بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة يتحرّك الجُسيم في مسارٍ دائريٍّ مُشكّلًا قوسًا طولُه (S) بدءًا من الخطّ المرجعيّ (محور x+). وأحسبُ طول القوس (S) بدلالة نصف القُطر (r) وزاوية الدوران (θ) باستخدام العلاقة ($S = r\,\theta$). ومنها أتوصّل إلى أنّ:

$$\theta = \frac{S}{r}$$

وعند دوران الجسم دورةً كاملةً؛ يدور الجُسيم A دورةً كاملةً أيضًا؛ ماسحًا زاويةً مقدارُها ($360°$)، وبما أنّ محيط الدائرة يساوي ($2\pi r$)؛ فإنّ مقدار هذه الزاوية بالراديان يُساوي:

$$\theta = \frac{S}{r} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi \text{ rad}$$

الأهداف:

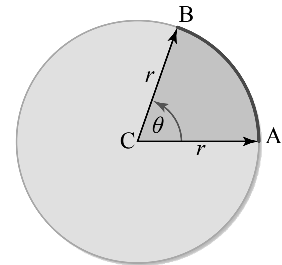
- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- استقصاءُ العلاقة بين مقدار زاويةٍ مُحدّدةٍ بوحدة راديان ووحدة الدرجات.

الموادّ والأدوات: ورقةٌ بيضاء، قلمُ رصاص، شريطٌ لاصق، خيطٌ خفيف، مقصّ، فُرجار، منقلة.

إرشادات السلامة: ارتداءُ المعطف واستعمال النظّارات الواقية للعينين، الحذرُ عند استخدام المقصّ والفرجار.

خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفّذ الخطوات الآتية:



1. أضعُ الورقة على سطح طاولةٍ أُفقيّ، ثم أُثبّتُها على السطح بواسطة الشريط اللاصق.
2. **أقيسُ**: أُثبّت القلم بالفرجار، ثم أرسم دائرةً في منتصف الورقة بنصف قطرٍ مناسب، (10 cm) مثلًا، وأُعيّنُ مركز الدائرة، وأكتبُ عنده الرمز C .
3. أقصُّ قطعةً من الخيط طولها يساوي نصفَ قطر الدائرة.
4. **ألاحظُ**: أُثبّتُ الخيط على قوس الدائرة بالشريط اللاصق كي يشكّل قوسًا كما هو مُبيّنٌ في الشكل، ثم أُحدّد الزاوية المركزيّة المُقابلةَ له عن طريق رسم خطٍّ مُستقيمٍ من بداية الخيط إلى مركز الدائرة (الخطّ AC)، ثم رسم خطٍّ مستقيمٍ آخر من نهاية الخيط إلى مركز الدائرة (الخط BC)، كما هو موضّحٌ في الشكل.

5. **أقيسُ** باستخدام المنقلة مقدار الزاوية المركزيّة المُقابلة للقوس الذي شكّله الخيط، وأُدوّنه.



التحليل والاستنتاج:

1. **أحسب**: أقسمُ طول القوس الذي شكّله الخيط على نصف قطر الدائرة. ما الذي يمثّله الناتج؟ ماذا أستنتج؟

....

....

....

2. **أُقارنُ** بين قياس الزاوية المركزيّة بوحدة راد ووحدة درجة. ماذا أستنتج؟ ما العلاقة بين القياسين؟

....

....

....

3. **أتواصلُ**: أُقارن نتائجي بنتائج زملائي في المجموعات الأخرى. هل يوجد بينها أيّ اختلاف؟

....

....

....

4. **أتوقّع** مصادر الخطأ المُحتَملة في التجربة.

....

....

....

تحديد مركز الكتلة

الخلفيّةُ العلميّة:

مركزُ الكتلة هو النقطة التي يُمكن افتراض كتلة الجسم كاملةً مُركّزةً فيها، وقد يقعُ مركز الكتلة داخل الجسم أو خارجه، اعتمادًا على شكل الجسم.

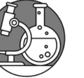
ينطبقُ موقع مركز كتلة أي جسمٍ مُتماثلٍ مُنتظم توزيع الكتلة (متجانس) على مركزه الهندسيّ. كما يُمكن أن يكون موقع مركز الكتلة لجسمٍ عند نقطةٍ ماديّةٍ في الجسم إذا كان الجسم مُصمَتًا؛ مثل قرصٍ مُصمَت أو عند نقطةٍ خارج كتلة الجسم إذا كان مجوّفًا؛ مثل حلقةٍ دائريّةٍ أو كرةٍ مجوّفةٍ مثلًا.

وإذا كان الجسم غير منتظم الشكل؛ فيكون مركزُ كتلته أقربُ إلى المنطقة ذات الكتلة الأكبر.

سوف أستقصي في هذه التجربة كيفيّةَ تحديد مركز الكتلة لجسمٍ منتظمٍ مُتماثلٍ ومركزَ الكتلة لجسم غير مُنتَظم الشكل.

الأهداف:

- تحديد مركز كتلة جسمٍ متماثلٍ منتظم توزيع الكتلة.
- تحديد مركز كتلة جسمٍ غير منتظم الشكل.
- استنتاج أنّ جسمًا يكون مُتّزنًا عند تعليقه من مركز كتلته.
- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- اكتسابُ مهارة تصميم التجارب وتنفيذها.



الموادّ والأدوات:

مسطرةٌ متريّة، خيطٌ خفيف غير قابلٍ للاستطالة، قطعة ورقٍ مقوّى، حامل فلزيّ، خطّاف، قلمُ رصاص، مقصّ، مثقَب، خيطُ الشاقول.



إرشادات السلامة:

ارتداءُ المعطف واستعمال النظّارات الواقية للعينين، والحذرُ من سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.

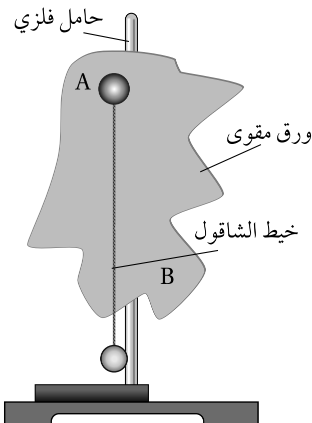


خطواتُ العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفّذ الخطوات الآتية:

الجزء الأول.

1. أضعُ الحامل الفلزيّ على سطح طاولة أُفقيّ، ثم أُثبّت أحد طرفي الخيط بالحامل وطرفه الآخر بالخطّاف.



2. **ألاحظ**: أُعلّق المسطرة المتريّة بالخطاف من مواقع مختلفة حتى أصل إلى نقطة التعليق التي تصبح عندها المسطرة مُستقرّةً بوضعٍ أُفقيّ (مُتّزنة)، وأضع عندها إشارةً باستخدام قلم الرصاص. وأُلاحظ موقع هذه النقطة بالنسبة للمسطرة، مع الانتباه إلى سُمك المسطرة.
3. **أقيسُ** بُعدَ النقطة التي اتّزنت المسطرة عند تعليقها منها عن كُلّ من نهايتيها. أُدوّن بُعدَ هذه النقطة.

الجزء الثاني.

4. أقصُّ قطعة الورق المقوّى لأحصل على شكل غير مُنتظم، وأثقبه عند حافّته ثقوبًا عدّةً صغيرةً متباعدة؛ ثُقبان على الأقلّ عند النقطتين مثل: A و B.
5. **أُجرّب**: أُعلّق قطعةَ الورق المُقوّى (الشكل غير المنتظم) من أحد الثقبين في الحامل الرأسيّ، وأُعلّقُ خيط الشاقول بالحامل الرأسي أيضًا، وأنتظر حتى يستقرّ كُلّ منهما ويتوقّفُ عن التأرجُح. ثم أرسم خطًّا رأسيًّا على قطعة الورق المُقوّى على امتداد خيط الشاقول؛ كما هو موضّحٌ في الشكل.
6. أُكرّرُ الخطوة السابقة بتعليق قطعة الورق المقوّى من الثقب الآخر.



التحليل والاستنتاج:

1. **أُحلّلُ وأستنتجُ**: عند أي المواقع اتّزنَت المسطرة المتريّة عند تعليقها؟ ماذا تسمّى هذه النقطة؟ ماذا أستنتج؟

....

....

....

2. **أُحلّلُ وأستنتجُ**: أُحدّد نقطةَ تقاطع الخطيّن على قطعة الورق المُقوّى، ما الذي تمثّله هذه النقطة؟ ماذا أستنتج؟

....

....

3. **أقارنُ** بين موقع مركز الكتلة للمسطرة المتريّة وموقع مركز الكتلة للشكل غير المنتظم من قطعة الورق المُقوّى. ماذا أستنتج؟ أُفسّر إجابتي.

....

....

4. **أتوقّعُ** ما يحدث لقطعة الورق المُقوّى غير المُنتظمة عند تعليقها من نقطة تقاطع الخطيّن. أُفسّر إجابتي.

....

....

أسئلةٌ تفكير

1- أضعُ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكُلِّ جملة ممّا يأتي:

1. يكونُ جسمٌ واقع تحت تأثير عزم ازدواجٍ عندما:

أ. يكون متزنًا؛ أي تكون القوّة المُحصّلة والعزم المحصّل المؤثّران فيه يساويان صفرًا.

ب. تؤثّر فيه قوّتان لهما المقدار نفسه والاتّجاه نفسه، وخطَّا عملهما متطابقان.

جـ. تؤثّر فيه قوتان لهما المقدار نفسه، متعاكستان في الاتّجاه، وخطّا عملهما غير متطابقين.

د. تؤثّر فيه قوّتان لهما المقدار نفسه، والاتّجاه نفسه، وخطّا عملهما غير متطابقين.

2. تستخدم رؤى مفكًّا طولُه (30.0 cm)؛ لفتح غطاء علبة بالتأثير في طرف المفكّ بقوّةٍ مقدارُها (80.0 N) عموديًّا عليه. إنّ مقدار العزم الذي تؤثّر به رؤى بوحدة N.m يساوي:

أ. 24　　ب. 2.67　　جـ. 2400　　د. 0

3. الزاويةُ التي يصنعها الخطُّ الواصل بين الجسم ونقطة الأصل مع الخط المرجعيّ (محور $+x$) تُسمّى:

أ. الإزاحةُ الزاويّة　　ب. الموقعُ الزاويّ　　جـ. السرعةُ الزاويّة　　د. الزاويةُ الحرجة

4. البُعد العموديّ بين خطِّ عمل القوة ومحور الدوران يُسمّى:

أ. الإزاحةُ الزاويّة　　ب. الموقعُ الزاويّ　　جـ. العزمُ　　د. ذراعُ القوة

5. يجلس خالدٌ (60.0 kg) وعاهد (50.0 kg) على طرفي لعبةٍ see – saw مُتزنةٍ أُفقيًّا، تتكون من قضيبٍ فلزيٍّ منتظمٍ يرتكز عند نقطة في منتصفه. إذا كان بُعد خالد (1.5 m) عن نقطة الارتكاز، فإنّ بُعدَ عاهد عن النقطة نفسها بوحدة m يساوي:

أ. 1.25　　ب. 1.8　　جـ. 3.0　　د. 2.0

6. السرعة الزاويّة لجسمٍ يتحرّك حركةً دورانيّةً عند لحظة معيّنة تُساوي (5 rad/s –)، وتسارعُهُ الزاويّ عند اللحظة نفسها ($3\ rad/s^2$). أصفُ حركة هذا الجسم بأنّه:

أ. يدورُ باتّجاه حركة عقارب الساعة بتسارع.

ب. يدور باتّجاه حركة عقارب الساعة بتباطؤ.

جـ. يدور بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة بتسارع.

د. يدور بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة بتباطؤ.

7. يدور إطار سيّارةٍ بعكس اتّجاه حركة عقارب الساعة حول محور دورانٍ ثابتٍ عموديٍّ عليه ويمرُّ في مركزه. أيُّ الجمل الآتية صحيحةٌ في ما يتعلّقُ بحركة الإطار:

أ. تزدادُ السرعة الزاويّة لأجزاء الإطار بالاقتراب من محور الدوران.

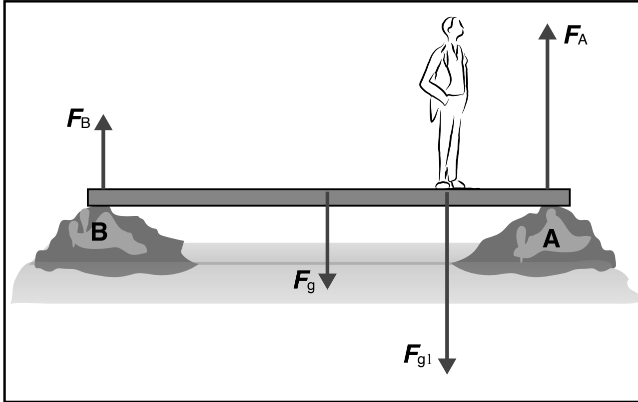
ب. تزداد السرعة الزاويّة لأجزاء الإطار بالابتعاد عن محور الدوران.

جـ. يكون لأجزاء الإطار جميعها السرعةُ الزاويّة نفسُها.

د. السرعة الزاويّة لبعض أجزاء الإطار موجبة، ولأجزاء أُخرى سالبة حسب بعدها عن محور الدوران.

2- أحسبُ: لتدوير مقبض صنبور الماء؛ أثّرتُ فيه بقوتين مقدارُ كُلّ منهما (3.0 N)باتّجاهين متعاكسين، وعموديًّا على طول المقبض. إذا علمتُ أن طول المقبض (8.0 cm)؛ فما مقدار عزم الازدواج المؤثّر في مقبض الصنبور.

3- أستخدمُ المتغيّرات: في أثناء مسابقة يدور مُتزلّجٌ على الجليد حول نفسه بسرعةٍ زاويّةٍ ابتدائية (ω_i). وفي نهاية العرض ضمّ المُتزلّج يديه نحو جسمه فأصبح مقدار عزم قصوره الذاتيّ النهائيّ مساويًا نصف مقدار عزم قصوره الذاتيّ الابتدائيّ. كم يُصبح مقدار سرعته الزاويّة النهائيّة مقارنةً بمقدار سرعته الزاويّة الابتدائيّة بإهمال تأثير عزم قوة احتكاك الزلّاجات مع الجليد؟ أُفسّر إجابتي.



4- يوضّح الشكّل المجاور جسرًا خشبيًّا مُنتظمًا متماثلًا طولــه (8.0 m)، ووزنُه (200 N)، يرتكــزُ طرفيــه عــلى ضفّتي نهر. إذا وقف شخصٌ وزنه (800 N) على بُعد (2 m) من الطرف (A)، وكان اللّوح مُتّزنًا؛ أحسب مقدار ما يأتي:

أ. القــوّة العموديّــة المؤثّــرة في الطــرف (A) مــن الجسر.

ب. القوّة العموديّة المؤثّرة في الطرف (B) من الجسر.

استقصاء العلاقة بين الجُهد والتيار بين طرفي مقاومة

الخلفيّة العلميّة:

يسري التيّار الكهربائيّ في موصل عندما يطبّق فرق في الجُهد الكهربائيّ بين طرفي هذا الموصل، حيث ينشأ داخل الموصل مجال كهربائيّ يعمل على نقل الشحنات الكهربائيّة بين طرفيه. تهدف التجربة إلى دراسة العلاقة بين التيّار الناتج وفرق الجُهد بين طرفي الموصل، ويعتمد مقدار التيّار الكهربائيّ في الموصل على فرق الجُهد بين طرفيه وعلى مقاومة الموصل، فكلّما كانت المقاومة أقلّ زاد مقدار التيّار الذي يسري في الموصل.

الأهداف:

- اكتسابُ مهارة رصد الملاحظات بدقّة وتدوينها.
- استقصاء العلاقة بين فرق الجُهد بين طرفي موصل والتيّار الكهربائيّ الذي يسري فيه.
- ضبط المتغيرات عن طريق تثبيت درجة الحرارة؛ لدراسة أثر فرق الجُهد في قيمة التيّار.



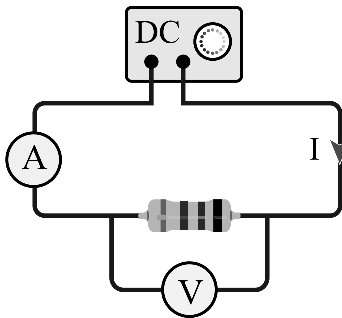
المواد والأدوات:

مصدر طاقةٍ مُنخَفض الجُهد (DC)، 3 مقاومات مختلفة، أميتر، فولتميتر، أسلاك توصيل.



إرشادات السلامة:

الحذر من لمس الوصلات الكهربائية غير المعزولة والأجزاء الساخنة في الدارة.





خطوات العمل:

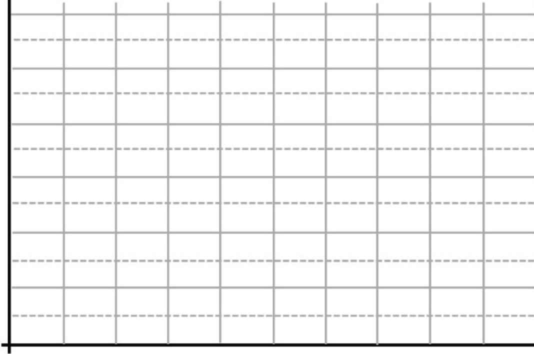
بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أنفّذ الخطوات الآتية:

1. أصلُ الدارة الكهربائية كما في الشكل، بحيث يتّصلُ طرفا المقاومة مع طرفي مصدر فرق الجُهد، ويقيسُ الأميتر (A) التيارَ المارَّ في المقاومة، بينما يقيس الفولتميتر (V) فرقَ الجُهد بين طرفيها.
2. **أضبطُ المتغيرات:** أضبطُ جهد المصدر عند قيمةٍ مُنخَفضة (1 V)، وأشغّلهُ ثم أسجّلُ قراءتي الأميتر والفولتميتر، وأدوّنهما في الجدول المخصّص.
3. **أقيسُ:** أرفع جهد المصدر قليلاً، ثم أُسجّل قراءتي الأميتر والفولتميتر في الجدول، وأكرّر ذلك ثلاث مرّاتٍ، وفي كُلّ مرّةٍ أرفع الجُهد، أحرِصُ على عدم زيادة قيمة الجُهد عن قياس (6 V).
4. أكرّرُ الخطوات الثلاث السابقة مرتين باستخدام مقاومة مختلفة في كُلّ مرة، وأدوّنُ القياسات.


التحليل والاستنتاج:

1. أمثّلُ قراءات الجدول بيانيًّا، بحيث يكون فرق الجُهد على المحور الأفقيّ والتيار على المحور الرأسيّ.

	المقاومة 1		المقاومة 2		المقاومة 3	
	$V(V)$	$I(A)$	$V(V)$	$I(A)$	$V(V)$	$I(A)$
1						
2						
3						



2. أستنتجُ مقدار المقاومة الكهربائيّة الذي يساوي مقلوب ميلِ مُنحنَى العلاقة بين فرق الجُهد والتيار للمقاومات الثلاث.

....

....

3. أقارنُ بين قِيَم المقاومات، وأصف كلًّا منها، إن كانت ثابتةً أو متغيّرةً، وهل تتأثّر قيمة أيٍّ منها بتغيُّر فرق الجُهد بين طرفيها؟

....

....

4. أتوقّعُ: في حال استخدام موادَّ أخرى مختلفة؛ هل تسلك جميعُها سلوكَ المقاوماتِ من حيثُ النسبة بين فرق الجُهد والتيّار؟

....

....

استنتاج العوامل التي تعتمد عليها المقاومة الكهربائية لموصل

الخلفيّةُ العلميّة:

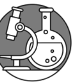
مصدر الجُهد: تقوم هذه التجربة على فكرة أساسية، هي تمرير تيار كهربائيٍّ معلومٍ في موصل، ثم قياس فرق الجهد بين طرفي الموصل. إنّ التوصيل بهذا الشكل قد يشكّل بعض المخاطر؛ فالسلك الموصل يسمح بمرور تيار كهربائي كبير، مما يولّد حرارةً عاليةً في السلك، أو يفرغ البطارية بسرعة، لذلك عند التعامل مع مصدر فرق جهد، يلزم الابتداء بقيمة تساوي الصفر، ثم رفع الجهد قليلًا في كُلّ خطوة. لا تستخدم تيارًا يزيد على (3 A) في أي من خطوات التجربة.

أجهزة القياس: يجب الاهتمام بجهازي الأميتر والفولتميتر، أو أيّ جهازٍ بديل يمكن أن يُستخدم في التجربة، وذلك بالنظر إلى مؤشّر الجهاز وانطباقه على صفر التدريج في حالة عدم سريان التيّار الكهربائيّ. ثمّ اختيار تدريج مثل (10 A) في الأميتر عند البداية، والتحوّل إلى تدريجٍ أكثر دقة مثل (2 A) إذا اقتضت الحاجة لذلك. ولا يمكن الاعتماد على أجهزة القياس التابعة لمصدر الطاقة؛ لأنها لا تعطي قِيَمًا دقيقةً أحيانًا، ولا يمكن معايرتها.

تتكوّن التجربة من ثلاثة أجزاء؛ سوف أتوصل في الجزء الأول إلى العلاقة بين مقاومة الموصل وطوله، وفي الجزء الثاني إلى العلاقة بين مقاومة الموصل ومساحة مقطعه، وفي الجزء الثالث إلى العلاقة بين مقاومة الموصل ونوع مادته. تقوم فكرة هذه التجربة على قانون أوم، حيث يُقاس كُلّ من فرق الجهد بين طرفي السلك موضوع الدراسة والتيار الكهربائي الذي يسري فيه، ثم تُحسب مقاومة السلك باستخدام قانون أوم.

الأهداف:

- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- استنتاجُ تأثير زيادة طول الموصل في مقاومته الكهربائية.
- استنتاجُ تأثير زيادة مساحة مقطع الموصل في مقاومته الكهربائية.
- استنتاجُ تأثير نوع مادة الموصل في مقدار مقاومته الكهربائية.



الموادُّ والأدوات:

ميكروميتر، مَسطرةٌ متريّةٌ خشبيةٌ، أميتر وفولتميتر، أسلاكُ توصيل، مصدر طاقة منخفض الجهد وقابل للضبط سلك نيكروم رفيعٍ طولُه (1 m)، ثلاثةُ أسلاك: نيكروم، وحديد، وتنغستن، طول كلٍّ منها (40 cm) وأقطارُها متساوية.



إرشادات السلامة:

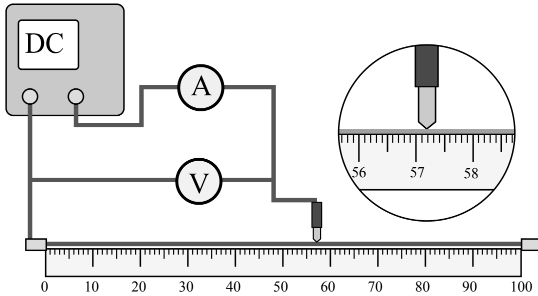
الحذر من لمس الوصلات الكهربائية غير المعزولة والعناصر الساخنة.



خطوات العمل:

(الجزء 1)

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أنفّذ الخطوات الآتية:



1. أُثبّتُ سلك النيكروم من طرفيه على المسطرة المتريّة الخشبيّة، بشكل مستقيمٍ ومشدودٍ بدءًا من الصفر.
2. أصلُ أحدَ قطبي مصدر الطاقة مع نقطة الصفر، والقطبَ الآخر مع الأميتر، وأضعُ في نهاية السلك المُتّصل بالأميتر مسمار توصيل مدبّب. وأصلُ الفولتميتر على التوازي مع سلك النيكروم، كما في الشكل.
3. أشغّلُ المصدر وأضبِطُه على (1 V)؛ حتى لا ترتفع درجةُ حرارة سلك النيكروم وتؤثّرَ في القراءات.
4. ألامسُ المسمار المدبّب (طرف الأميتر الحرّ) مع سلك النيكروم على مسافة (20 cm) من الصفر.
5. أدوّنُ قراءات الأميتر والفولتميتر في الجدول المُخصّص للجزء الأول.
6. أغيّرُ موقع المسمار المدبّب إلى المسافات (40, 60, 80 cm)،ثم أدوّن قِيَمَ فرق الجُهد والتيار.

(الجزء 2)

1. أقيسُ أقطارَ الأسلاك جميعها وأدوّنُها، ثم أثبّت سلك النيكروم الثاني (40 cm) على المسطرة بدل الأوّل.
2. ألامسُ المسمار المدبّب إلى نهاية السلك، وأضبطُ فرقَ الجُهد على (1 V) وأدوّن قيمتي الجُهد والتيار.

(الجزء 3)

1. **ضبطُ المتغيّرات**: أستخدم سلك الحديد (المُماثل بالقياسات) مكان سلك النيكروم، ثم أكرّرُ خطوات الجزء 2.
2. أكرّرُ الخطوةَ السابقة باستخدام سلك التنغستن (المماثل بالقياسات)، وأدوّن النتائج.

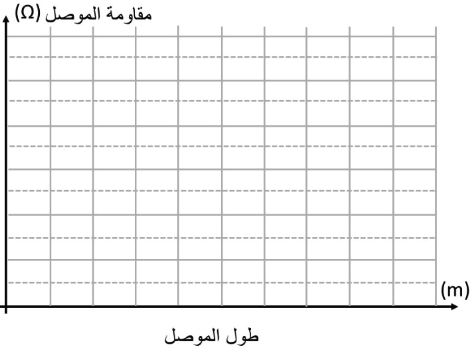
البيانات والملاحظات:

الجزء الأول من التجربة:

المتغيّرات المستقلّة: الطول، مساحة المقطع، نوع المادة، مع تثبيتُ نوع المادة ومساحة المقطع.

المتغير التابع: المقاومة.

طول الموصل (m)	التيار (A)	فرق الجهد (V)	المقاومة (Ω)
20			
40			
60			
80			

أمثّـل بيانـات الجـدول في رسـمٍ بيـانيّ، بحيـث يكـون طـول الموصـل عـلى محـور (x) ومقاومتـه عـلى محـور (y)، ثـمّ ألاحـظُ مواصفـات المُنحنـى البيـانيّ الناتـج. 

الجزء الثاني من التجربة:

المتغـيّرات المسـتقلّة: الطـول، مسـاحة المقطـع، نـوع المـادة، تـم تثبيـت كُلّ مـن نـوع المـادة (نيكـروم) وطـول الموصـل عنـد (0.4 m). علـمًا أن نتيجـة السـلك الأول تؤخـذ مـن الجـدول الأول عنـد طـول (0.4 m).
المتغير التابع: المقاومة.

القطر (m)	مساحة المقطع (m^2)	التيار (A)	فرق الجهد (V)	المقاومة (Ω)

الجزء الثالث من التجربة:

المتغـيّرات المسـتقلّة: الطـول، مسـاحة المقطـع، نـوع المـادة، تـمّ تثبيـت كُلّ مـن طـول الموصـل عنـد (0.4 m)، ومسـاحة مقطعـه.
المتغير التابع: المقاومة.

نوع مادّة الموصل	التيار (A)	فرق الجهد (V)	المقاومة (Ω)
نيكروم			
حديد			
تنغستن			



التحليل والاستنتاج:

1. **أستنتجُ**: معتمدًا على بيانات الجدول الأول؛ ما العلاقةَ بين طول الموصل ومقاومته.

....

....

2. **أستنتجُ**: معتمدًا على بيانات الجدول الثاني؛ ما العلاقة بين مساحة مقطع الموصل ومقاومته.

....

....

3. **أقارنُ** بين مقاومة الأسلاك المُتماثلة في أطوالها ومساحة مَقطعِها والمختلفة في المواد المصنوعة منها.

....

....

4. **أفسّرُ**: أتوصّلُ إلى العوامل التي تعتمد عليها مقاومةُ الموصل، وأُفسّرها.
   - كيف تتغير مقاومة الموصل بزيادة طوله؟

....

تفسير العلاقة:

....

   - كيف تتغيّر مقاومة الموصل مع زيادة مساحة مقطعه؟

....

تفسير العلاقة:

....

   - أفسّر سبب تغيّر مقاومة الموصل من مادّةٍ لأُخرى؟

....

....

5. **أتوقّعُ**: إذا تسبّب التيار الكهربائيّ في أيٍّ من المراحل في تسخين الموصل؛ كيف سيؤثر ذلك في النتائج؟

....

....

استقصاء قاعدتي توصيل المقاومات / توالي توازي

الخلفيّةُ العلميّة:

عند توصيل مقاومتين أو أكثر معًا في دارة كهربائية بسيطة، بحيث يسري التيار نفسه من مقاومة إلى أخرى، ولا يوجد بين أيّ مقاومتين نقطة تفرُّعٍ للتيّار؛ فإنّ هذه الطريقة توصف بأنّها توصيل على التوالي، ويسري التيار نفسه في المقاومات جميعها، كما في الشكل (أ). أما فرق الجهد الكُلّي فيتوزّع على المقاومات، بحيث يكون مجموع فروق الجُهد الفرعيّة للمقاومات جميعها يساوي فرق جهد المصدر.

عند توصيل المقاومات على التوازي، كما في الشكل (ب)، يتوزّع التيّار الكُلّي للدارة على المقاومات، بحيث يكون مجموع التيارات الفرعية للمقاومات جميعها يساوي تيار الدارة الكُلّي. أما فرق الجهد فهو متساوٍ للمقاومات جميعها.

في هذه التجربة؛ سيجري توصيل ثلاث مقاوماتٍ معلومةٍ، مرة على التوالي، وأخرى على التوازي بطريقة عمليّة، وقياس التيار الكُلّي والجهد الكُلّي، ثمّ استخراج قيمة المقاومة الكُلّية في الدارة. في المقابل سيجري تطبيق قواعد جمع المقاومات وإيجاد المقاومة المكافئة. ثم مقارنة القيمة المستخرجة من التجربة مع القيمة المحسوبة رياضيًّا.

الأهداف:

- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- إيجاد المقاومة المكافئة لعددٍ من المقاومات موصولة معًا على التوالي بطريقة عمليّة.
- إيجادُ المقاومة المكافئة لعدد من المقاومات موصولة معًا على التوازي بطريقة عمليّة.
- مقارنة النتيجة العمليّة مع القيمة المحسوبة باستخدام قواعد توصيل المقاومات.



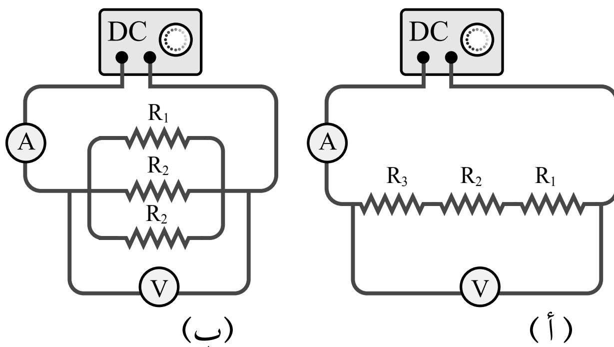
الموادُّ والأدوات:

مصدرُ طاقة منخفض الجهد (DC)، مفتاحٌ كهربائي، مجموعة مقاومات (Ω ... 4,6,10,20)، أميتر وفولتميتر، أسلاك توصيل.



إرشادات السلامة:

الحذرُ من لمس الوصلات الكهربائية غير المعزولة، عدم إغلاق المفتاح مُدّة طويلةً تسبب سخونة الأسلاك.





خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أنفّذُ الخطوات الآتية:

1. أختارُ ثلاث مُقاوماتٍ مختلفةٍ، قيمُها معلومةٌ وأرمز لأصغرها بالرمز (R_1)، ثمّ تتبعها (R_2)، ثم (R_3)، وأدوّن قيمها في جدول خاص.
2. أصلُ المقاوماتِ الثلاث على التوالي مع مصدر الطاقة والمفتاح، وجهاز الأميتر، ثمّ أصلُ جهاز الفولتميتر مع المقاومات الثلاث، كما في الشكل (أ).
3. أغلقُ المفتاح مدّةً قصيرة، بحيث أتمكّنُ من قراءة التيار والجُهد في جهازي الأميتر والفولتميتر، وأدوّن القراءات في الجدول.
4. أجدُ قيمةَ المقاومة المكافئة باستخدام قِيَم الجُهد والتيار المُقاسة في الخطوة (3)، ثمّ أُطبّق قانون أوم، بعد ذلك أحسبُ قيمة المقاومة المكافئة بتطبيق قاعدة التوصيل على التوالي، وأقارنُ النتيجتين.
5. أعيدُ توصيل المقاومات الثلاث على التوازي، وأصل جهازي الفولتميتر والأميتر كما في الشكل (ب)، ثمّ أكرّر الخطوتين (3, 4)، وأقارنُ النتائج الحسابية مع العملية.

البيانات والملاحظات:

الجزء الأول: التوصيل على التوالي قِيَم المقاومات الثلاث: (R_1= ....)، (R_2= ....)، (R_3= ....)		
قراءة الأميتر (A)	**قراءة الفولتميتر (V)**	**المقاومة المكافئة (Ω)**
طريقة التوصيل على التوالي/ المقاومة المكافئة (حسابيًا) : $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = (\quad) + (\quad) + (\quad) = (\quad)$ مقارنة القيمة المحسوبة للمقاومة المكافئة مع القيمة التجريبيّة: هل هما متساويتان؟		
الجزء الثاني: التوصيل على التوازي قِيَم المقاومات الثلاث: (R_1= ....)، (R_2= ....)، (R_3= ....)		
قراءة الأميتر (A)	**قراءة الفولتميتر (V)**	**المقاومة المكافئة (Ω)**
تطبيق العلاقة: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{(\quad)} + \frac{1}{(\quad)} + \frac{1}{(\quad)} = \frac{1}{(\quad)}$ $R_{eq} =$ مقارنة القيمة المحسوبة للمقاومة المكافئة مع القيمة التجريبيّة: هل هما متساويتان؟		



التحليل والاستنتاج:

1. **أقارنُ** بين مقدار المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث التي توصّلتُ إليها تجريبيًّا مع القيمة المحسوبة باستخدام العلاقة الرياضية، لكُلٍّ من طريقتي التوصيل؛ التوالي والتوازي.

أولًا: في التوصيل على التوالي:

كان مجموع المقاومات الثلاث يساوي .... وكانت القيمة التجريبيّة ....

هل يوجد اختلاف بين القيمتين؟ .... ما سبب ذلك؟

....

....

ثانيًا: في التوصيل على التوازي:

كانت المقاومة المكافئة تساوي: .... وكانت القيمة التجريبيّة ....

هل يوجد اختلاف بين القيمتين؟ .... ما سبب ذلك؟

....

....

2. **أستنتجُ**: أتحقّقُ عمليًّا من قاعدتي جمع المقاومات على التوالي وعلى التوازي.

هل جرى التحقّق من قاعدة توصيل المقاومات على التوالي؟ ....

هل جرى التحقّق من قاعدة توصيل المقاومات على التوازي؟ ....

3. ما العلاقة بين الجُهد الكُلّي (جهد المصدر) والجُهد الفرعي لكُلّ مقاومةٍ في طريقتي التوصيل؟

في التوصيل على التوالي؛ كانت العلاقة بين الجهد الكُلّي والجهود الفرعيّة للمقاومات:

....

....

في التوصيل على التوازي؛ كانت العلاقة بين الجهد الكُلّي والجهود الفرعيّة للمقاومات:

....

....



4. ما العلاقة بين التيار الكُلّي والتيار الفرعي لكُلّ مقاومةٍ في طريقتي التوصيل؟

في التوصيل على التوالي؛ كانت العلاقة بين التيار الكُلّي والتيارات الفرعيّة للمقاومات:

....

....

في التوصيل على التوازي؛ كانت العلاقة بين التيار الكُلّي والتيارات الفرعيّة للمقاومات:

....

....

هل يمكن التأكد من الاستنتاجات بوضع جهاز أميتر وجهاز فولتميتر لقياس الجهد والتيّار لكُلّ مقاومة؟

....

....

أسئلةُ تفكير

1- تُعدُّ ظاهرة البرق مثالًا على التيار الكهربائي في الطبيعة؛ فعند حدوث البرق تنتقل كمية من الطاقة من سحابة إلى أخرى، قد يصل مقدارُها إلى (10^9 J) عبر فرقٍ في الجهد الكهربائيّ مقدارهُ (5×10^7 V)، يجري هذا الانتقال خلال مُدّةٍ زمنيّةٍ تساوي (0.2 s) تقريبًا.



معتمدًا على هذه المعلومات؛ أقدّرُ الكميّات الآتية:

أ. كميّة الشحنة الكهربائيّة الكُلّية التي تنتقل بين السحابتين.

ب. التيّار الكهربائيّ الذي يسري في الهواء خلال البرق.

جـ. القدرة الكهربائيّة.

....

....

2- أجرت سعادُ تجربةً لاستقصاء المقاومة الداخلية لبطاريّة؛ فاستخدمت مقاومةً مُتغيّرة ووصلتها مع البطارية، واستخدمت جهاز فولتميتر لقياس فرق الجهد بين طرفي البطارية، ونظّمت النتائج في الجدول المجاور.

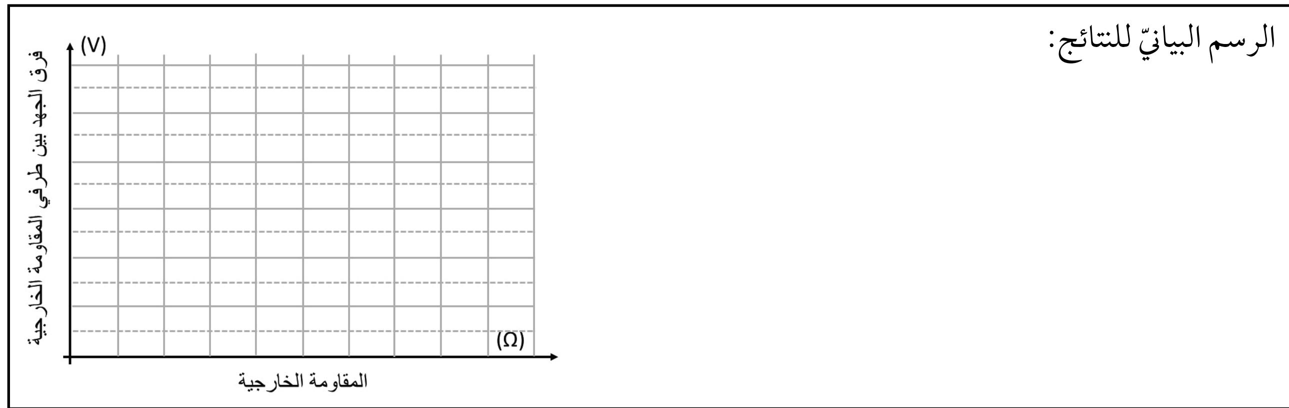
	المقاومة (Ω)	فرق الجهد (V)
1	0	0.00
2	2	3.00
3	4	4.00
4	6	4.50
5	8	4.80
6	10	5.00
7	100	5.88
8	1000	5.99

أ. أُمثّلُ نتائج المحاولات الستّ الأولى من التجربة بيانيًّا؛ المقاومة على محور (x) وفرق الجهد على محور (y).

ب. أستنتجُ من الجدول والرسم البيانيّ مقدار المقاومة الداخلية للبطاريّة.

جـ. أستنتجُ مقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطاريّة.

الرسم البيانيّ للنتائج:



3- عند توصيل طرفي موصل مع فرق جهد (V) كان التيار الكهربائيّ المارّ فيه (I)، وعند زيادة فرق الجهد بين طرفيه إلى ($2V$)، مع ثبات درجة حرارة الموصل، لوحظ زيادة التيار المارّ فيه إلى ($3I$). ما الذي تستنتجه حول خصائص هذا الموصل؟

....

....

استقصاءُ تأثير المجال المغناطيسيِّ في شحنة كهربائيّة مُتحرّكة فيه

الخلفيّة العلميّة:

تؤثّر المجالاتُ المغناطيسيّة في الشحنات الكهربائيّة المتحرّكة داخلها، فعندما تتحرك شحنة كهربائية داخل مجال مغناطيسي، سوف تتأثّر بقوّةٍ مغناطيسيّة تؤدي إلى انحراف مسارها.

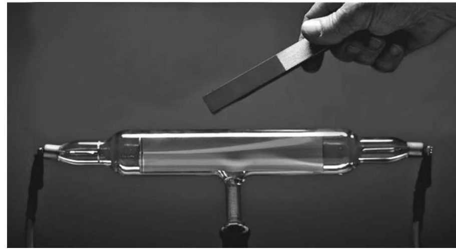
الشحنات المتحركة تتأثر بقوة مغناطيسية نتيجة حركتها داخل المجال باتجاهات محددة، ويعتمد مقدار القوة المغناطيسية على عوامل سيتم استقصاؤها في هذه التجربة. ويعدّ أنبوب الأشعة المهبطية تطبيقًا على هذه القوة فهو يحتوي على قطبين كهربائيين مصعد موجب ومهبط سالب، وعند تطبيق فرق كبير في الجهد بين القطبين، تنطلق الإلكترونات من المهبط إلى المصعد، لذلك تسمّى أشعة مهبطية. وحتى تتحرك الإلكترونات بسهولة داخل الأنبوب ولا تتصادم مع ذرات الهواء فقد تمّ تفريغه من الهواء، يستخدم هذا الأنبوب لدراسة خصائص الأشعة المهبطية، ومنها تأثرها بالمجال المغناطيسي.

الأهداف:

- اكتسابُ مهارة رصد الملاحظات بدقّة وتدوينها.
- استقصاء القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنات كهربائية متحركة.


المواد والأدوات:

أنبوبُ أشعّة مهبطية، مصدرُ طاقةٍ عالي الجهد (DC)، أسلاكُ توصيل، مغناطيسٌ قويّ، قاعدةٌ عازلة.




إرشادات السلامة:

الحذرُ عند التعامل مع مصدر الطاقة عالي الجهد.


خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أنفذُ الخطوات الآتية:

1. أُثبّتُ أنبوبَ الأشعّة المهبطية على القاعدة العازلة وأصلُ قطبيه مع قطبي مصدر الطاقة.
2. **ألاحظُ**: أختارُ جهد (500 V) تقريبًا، وأشغّلُ مصدر الطاقة، ثم أرفع الجهد حتى يبدأ الوميضُ بالظهور في الأنبوب.
3. **ألاحظُ** شكلَ مسار الأشعّة المهبطيّة في الأنبوب وأدوّنُ ملاحظاتي.
4. **أجرّبُ**: أقرّبُ المغناطيس بالتدريج من مسار الأشعّة المهبطيّة في الأنبوب؛ مع الحذر من الاقتراب من قطبي الأنبوب، ثمّ ألاحظُ ما يحدثُ لمسار الأشعّة، وأدوّنُ ملاحظاتي.
5. أعكسُ قطبي المغناطيس وأُكرّر الخطوة (4)، وألاحظُ ما يحدث لمسار الأشعة، وأدوّنُ ملاحظاتي.

البيانات والملاحظات:

أصفُ مسار الأشعّة المهبطيّة في غياب تأثير المغناطيس: ....
أصفُ ما يحدث لمسار الأشعة المهبطية عند تقريب المغناطيس منه: ....
ماذا حدث لمسار الأشعة المهبطيّة بعد إبعاد المغناطيس عن الأنبوب؟ ....
كيف انحرف مسار الأشعة المهبطية عند تقريب المغناطيس مرّةً أخرى مع تبديل موضع الأقطاب بالنسبة للمرة الأولى؟ ....



التحليل والاستنتاج:

1. أصف مسار الأشعة المهبطية في المرحلة الأولى من التجربة، وأوضح سبب ظهوره.

....

2. **أفسّرُ** أهمية أن يكون ضغط الهواء منخفضًا داخل أنبوب الأشعة المهبطية.

....

3. **أحلّلُ البيانات وأفسّرُها:** أبين ما حدث لمسار الأشعة المهبطية عند تقريب المغناطيس منها، وأفسّرُ سبب ذلك، ثمّ أقارنُ النتيجة بما يحدث عند تغيير قطب المغناطيس.

....

4. **أستنتجُ:** اتّجاه القوّة المغناطيسيّة المؤثّرة في الشحنات المتحرّكة داخل مجال مغناطيسيّ، واتّجاه المجال المغناطيسيّ، معتمدًا على الملاحظات.

....

التّجربة 1 استقصاءُ القوّة المغناطيسيّة المؤثّرة في موصلٍ يحمل تيّارًا كهربائيًا

الخلفيّة العلميّة:

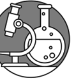
القوّة المغناطيسيّة: تؤثّر المجالاتُ المغناطيسيّة في الشحنات الكهربائيّة المتحرّكة داخلها، فعندما يسري تيّارٌ كهربائيّ في موصلٍ موضوعٍ داخل مجالٍ مغناطيسيّ؛ فإنّ هذا التيار يتكوّن من مجموعة الشحنات الكهربائيّة عندما تتحرك داخل الموصل، والتي سوف تتأثّر كُلّ شحنة منها بقوّةٍ مغناطيسيّة. وتشكّل محصلة القوى المغناطيسيّة المؤثّرة في هذه الشحنات قوّةً واحدةً تؤثّر في الموصل.

قياسُ القوّة المغناطيسيّة باستخدام الميزان: تقوم فكرة هذه التجربة على استخدام ميزانٍ حسّاس لقياس القوّة المغناطيسيّة المؤثّرة في موصلٍ يحمل تيّارًا كهربائيًّا، وهذا الموصل موضوعٌ داخل مجالٍ مغناطيسيٍّ، وتوضع قاعدةٌ فولاذيّة ومغانط مثبتة عليها فوق الميزان؛ فتظهر قراءة الميزان لتشير إلى وزن هذه الأدوات، بعد ذلك يجري ضبط الميزان على الصفر، كي يكون جاهزًا لقياس أيّ وزنٍ إضافيٍّ فقط.

الفعل وردُّ الفعل: عند تشغيل مصدر الطاقة، وضبط الجهد على قيمة مناسبة، وسريان تيار كهربائي في الموصل يكفي لإنتاج قوّة مغناطيسيّة تؤثّر فيه من قبل المجال المغناطيسي؛ فإنّ الموصل يؤثّر بقوّة ردّ فعلٍ في المغانط والقاعدة الفولاذيّة تعاكس في الاتجاه القوّةَ المغناطيسيّة المؤثّرة في الموصل وتساويها في المقدار، فتظهر قراءةٌ جديدةٌ على شاشة الميزان تساوي في مقدارها القوّة المغناطيسيّة.

الأهداف:

- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- استنتاج العلاقة بين التيار المار في موصلٍ موضوعٍ في مجالٍ مغناطيسيّ والقوّة المؤثّرة فيه.
- التحكُّم في المتغيّرات من حيث ضبط قيم بعضها؛ لدراسة أثر تغيّر قيم بعضها الآخر.



الموادّ والأدوات:

مغانطُ لوحيّةٌ صغيرةٌ عدد (4)، حمّالة فلزيّة للمغانط، سلكٌ نحاسيٌّ سميكٌ قطرُه (3 mm)وطولُه (35 cm) تقريبًا، حاملان فلزيّان، أميتر، مصدر طاقةٍ مُنخَفض الجُهد وقابل للضبط، أسلاك توصيل، ميزان رقميّ.



إرشادات السلامة:

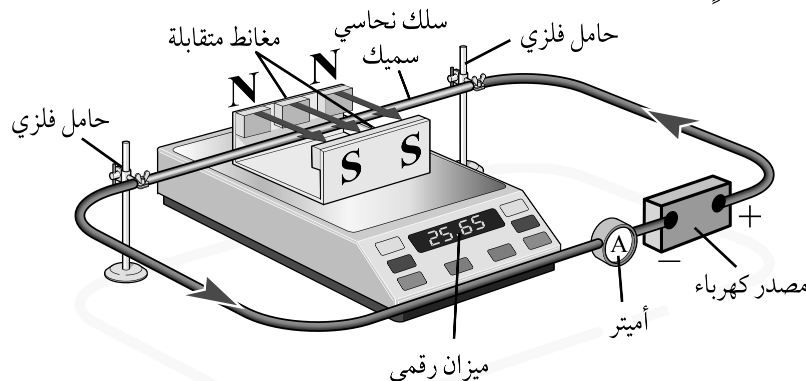
الحذر عند التعامل مع مصدر الطاقة الكهربائيّ.



خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفّذُ الخطوات الآتية:

1. أثبّتُ مغناطيسين على الطرف الأيمن للحمالة الفولاذيّة من الداخل، ومغناطيسين على الطرف الأيسر من الداخل، بحيث تولّدُ المغانط الأربعة مجالًا مغناطيسيًّا مُنتظمًا (تقريبا) باتّجاهٍ أفقيّ؛ كما يبيّن الشكلُ.
2. أضبطُ الميزان الرقميّ بوضعٍ أفقيّ؛ ثمّ أضعُ الحمّالة الفولاذيّة فوقَه والمغانط، وأضبط قراءته على الصفر.



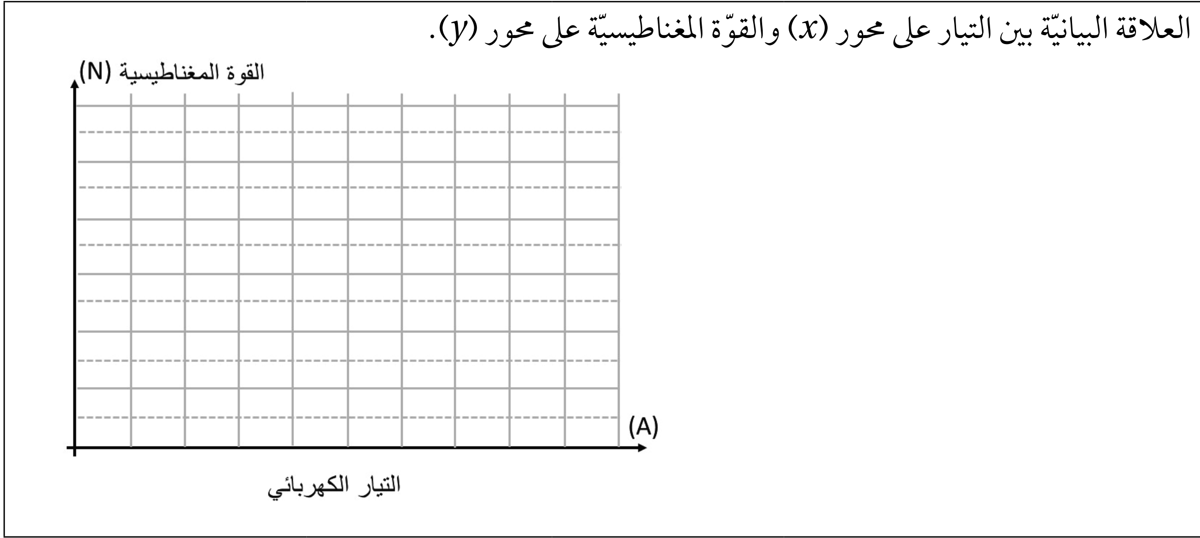
3. أثبّتُ السلكَ النحاسيَّ السميكَ على الحاملين الفلزيّين جيدًا؛ لمنع أيّ حركةٍ له، وأجعلهُ يمتدّ فوق الميزان داخل المجال المغناطيسيّ باتّجاهٍ عموديٍّ عليه دون أن يلامس الميزان.
4. **ألاحظُ**: أصلُ الدارة الكهربائيّة كما في الشكل؛ ثمّ أرفعُ جهدَ المصدر وأراقبُ السلكَ النحاسيّ.
5. **أضبطُ المتغيّرات**: المجالُ المغناطيسيُّ، وطول السلك السميك الواقع داخل المجال المغناطيسيّ، والزاوية بين المجال والسلك؛ وأغيّر في التيار الكهربائيّ عن طريق تغيير الجُهد.
6. **أقيسُ** التيار الكهربائيّ عند قيمةٍ مُحدّدة؛ عندما يظهر تغيُّرٌ على قراءة الميزان الرقميّ.
7. **ألاحظ**: أُكرّر الخطوة (6) برفع الجُهد ثلاث مرّاتٍ أُخرى، وألاحظُ قراءة الأميتر والميزان في كُلّ مرة. ثمّ أدوّنُ القراءات في جدولٍ مناسب.

البيانات والملاحظات:

أحوّلُ قراءة الميزان كُلّ مرة من (g) إلى (kg)، ثم إلى قوة بوحدة (N) بضربها في ($9.8\ m/s^2$).

المحاولة	الجهد (V)	التيّار (A)	قراءة الميزان (g)	القوّة المغناطيسيّة (N)
1				
2				
3				
4				

العلاقة البيانيّة بين التيار على محور (x) والقوّة المغناطيسيّة على محور (y).





التحليل والاستنتاج:

1. **أستنتجُ** اتّجاه القوّة المغناطيسيّة التي أثّر بها المجالُ في السلك النحاسيّ، واتّجاه قوّة ردّ الفعل التي أثّر بها السلك في المغانط والقاعدة الفولاذيّة، معتمدًا على التغيُّر في قراءة الميزان.

اتّجاه القوّة (ردّ الفعل من الموصل على المغانط) التي تؤثّر في الميزان هو:

....

اتّجاه قوة الفعل التي تؤثر بها المغانط في الموصل هو:

....

2. **أقارن:** اتّجاه القوّة الذي استنتجتُه مع الاتّجاه الذي يمكن التوصُّل إليه بتطبيق قاعدة اليد اليُمنى.

اتّجاه القوّة المغناطيسيّة التي يؤثر بها المجال في الموصل بتطبيق قاعدة اليد اليمنى هو:

....

3. **أحلّلُ البيانات وأفسّرُها:** أمثّلُ البيانات المدوّنة في الجدول بعلاقةٍ بيانيّةٍ بين التيّار والقوّة المغناطيسيّة.
4. **أستنتجُ** العلاقةَ بين التيار والقوّة، ثم أجدُ ميل المُنحنى، وأحدّد القيمَ التي يمثّلُها في العلاقة الرياضيّة:

$$F_B = IBL$$

ميل منحنى العلاقة من الشكل:

$$slope = \frac{\Delta F}{\Delta I} = \frac{F_2 - F_1}{I_2 - I_1} = ...$$

ما الكميّات التي يمثّلها ميلُ منحنى العلاقة بين القوّة المغناطيسية والتيّار؟

....

....

استقصاء القوّة المغناطيسيّة التي يؤثّر بها موصلٌ مستقيمٌ يحملُ تيّارًا في موصلٍ آخر موازٍ له ويحملُ تيّارًا كهربائيًا

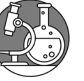
الخلفيّةُ العلميّة:

تؤثّـر المجـالاتُ المغناطيسـيّة في الشـحنات الكهربائيّـة المتحرّكـة داخلهـا، فعندمـا يـسري تيّـارٌ كهربائـيّ في موصـلٍ موضـوعٍ داخـل مجـالٍ مغناطيسـيّ؛ فـإنّ هـذا التيـار يتكـوّن مـن مجموعـة الشـحنات الكهربائيّـة التـي تتحـرك داخـل الموصـل، والتـي سـوف تتأثّـر كُلّ شـحنة منهـا بقـوّةٍ مغناطيسـيّة. وتشـكّل محصلـة القـوى المغناطيسـيّة المؤثّـرة في هـذه الشـحنات قـوّةً واحـدةً تؤثّـر في الموصـل.

عندمـا يوضـع موصـل يحمـل تيـارًا كهربائيًـا داخـل المجـال المغناطيـسي لموصـل آخـر يحمـل تيـارًا كهربائيًـا، فإنـه يتأثـر منـه بقـوة مغناطيسـية، ويظهـر تأثـير مقابـل في الموصـل الآخـر، فتكـون القوتـان عـلى شـكل زوجـي فعـل وردّ فعـل.

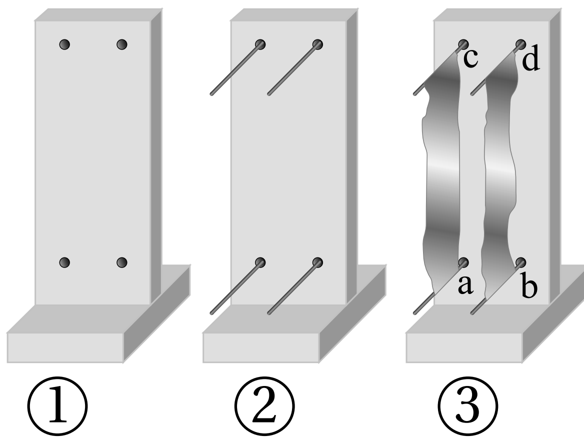
الأهداف:

- اكتسابُ مهارة رصد الملاحظات بدقّة وتدوينها.
- استقصاء القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين يحملان تيارين كهربائيين.
- التوصل إلى علاقة وصفية بين القوة المغناطيسية ومقدار التيار الكهربائي في كل موصل.
- استنتاج نوع القوة إن كانت تجاذبًا أم تنافرًا، اعتمادًا على اتجاه التيارين.



الموادّ والأدوات:

مصدرُ طاقةٍ كهربائيّةٍ (DC) منخفض الجهد، أسلاكُ توصيل، مقاومةٌ متغيّرة، ورقُ ألمنيوم، أسلاك نحاسية سميكة، قطعتا خشبٍ أبعادُهما ($8 \times 7 \times 2\ cm^3$)، ($18 \times 7 \times 2\ cm^3$)، أميتر، مثقب.





إرشادات السلامة:

الحـذر عند التعـامل مع مصـدر الطـاقة الكهربائيّة والتوصيلات.



خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفّذ الخطوات الآتية:

1. أثبّتُ قطعتي الخشب معًا؛ كمـا في الشكـل (1)، وأثقبُ القطعة الكبيرة أربعة ثقوبٍ رفيعة.
2. أثبّت أربعةَ أسلاكٍ نُحاسيّةٍ سميكةٍ في الثقوب الأربعة كما في الشكل (2)، ثمّ أقصُّ شريطين من ورق الألمنيوم بطول (18 cm) وعرض (4 cm)، وأثبّت طرفيهما على الأسلاك النُّحاسية بثَنيِها حول الأسلاك.

3. أصلُ النقطتين a, b معًا مع القطب الموجب للمصدر عن طريق المقاومة المُتغيّرة، وأصلُ النقطتين d, c معًا مع القطب السالب للمصدر.
4. **ألاحظ:** أشغّلُ مصدر الطاقة على تيّار منخفضٍ مدّةً زمنيةً قصيرة، وأراقبُ ما يحدث لشريطي الألمنيوم.
5. **أضبطُ المتغيّرات:** أكرّر الخطوة (4) مرتين إضافيتين؛ بخفض قيمة المقاومة المُتغيّرة، لزيادة التيار في كُلّ مرة ومراقبة ما يحدث للشريطين، ثمّ أدون ملاحظاتي.
6. أعيدُ توصيل شريطي الألمنيوم، فأصلُ النقطة a مع القطب الموجب للمصدر عن طريق المقاومة المُتغيّرة، وأصلُ النقطة b مع القطب السالب للمصدر، وأصلُ النقطتين c و d معًا، ثم أُكرّر الخطوتين (4,5).

البيانات والملاحظات:

أصفُ ما حدث للشريطين عندما كان التياران فيهما بالاتجاه نفسه: ....
أستنتج اتجاه القوة المؤثرة في كل شريط: ....
أصفُ ما حدث للشريطين عندما كان التياران فيهما باتجاهين متعاكسين: ....
أستنتج اتجاه القوة المؤثرة في كل شريط: ....
أستنتج أثر زيادة التيار الكهربائي في الشريطين في مقدار القوة المغناطيسية المتبادلة بينهما: ....



التحليلُ والاستنتاج:

1. أحدّدُ اتّجاهَ التيّار في كُلّ شريط ألمنيوم بناءً على طريقة التوصيل.

اتجاه التيار في طريقة التوصيل الأولى: ....

....

اتجاه التيار في طريقة التوصيل الثانية: ....

....

2. **أستنتجُ** اتّجاه القوّة المغناطيسيّة التي أثّر بها كلٌّ من الشريطين في الشريط الآخر.

نوع القوة في طريقة التوصيل الأولى (تنافر أم تجاذب)؟ ....

نوع القوة في طريقة التوصيل الثانية (تنافر أم تجاذب)؟ ....

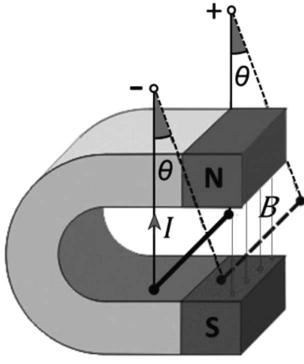
3. **أقارن** اتّجاه القوّة الذي استنتجُته من التجربة مع الاتّجاه الذي أتوصّلُ إليه بتطبيق قاعدة اليد اليمنى.

هل يوجد اختلاف في تحديد اتجاه القوة بين الطريقتين (العملية والنظرية)؟ ....

4. أستنتجُ علاقةً بين اتّجاه التيار في كل من الشريطين ونوع القوّة المتبادلة بينهما؛ تجاذبٌ أم تنافر. ثم أبيّنُ أثر مقدار التيّار في مقدار القوّة بين الشريطين.

أسئلةُ تفكير

1- سلكٌ طوله (5 cm) وكتلته (50 g)، معلّقٌ بين قطبي مغناطيسٍ (مجاله منتظم) بواسطة سلكين رفيعين مهملي الكتلة، كما في الشكل. عندما يسري فيه تيّار كهربائيّ (10 A) ينحرف عن العموديّ بزاوية ($\theta = 14^o$). ما مقدار المجال المغناطيسيّ؟



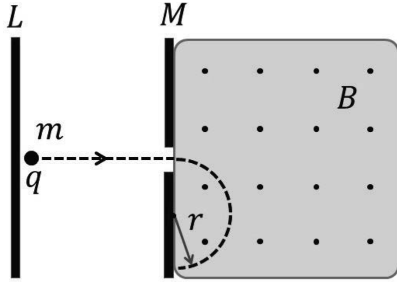
....

....

....

....

2- في تجربة باستخدام مطياف الكتلة؛ أدخل جُسيمٌ مشحونٌ مجالًا كهربائيًا منتظمًا في الحيّز بين الصفيحتين (L) و (M)، فتسارع حتى أصبحت سرعته النهائيّة (5.9×10^7 m/s)، عندما وصل عند الصفيحة (M)، ثم سُمح للجُسيم بدخول مجالٍ مغناطيسيٍّ منتظمٍ مقدارهُ (16 T)، واتّجاهه خارجٌ من الصفحة (نحو الناظر) وعموديٌّ عليها، كما في الشكل. فاتّخذ الجسيمُ مسارًا دائريًّا نصف قطره (10 cm).



أجيب عما يأتي:

أ. ما نوع الشحنة الكهربائيّة التي يحملها الجُسيم؟

ب. ما اتّجاه المجال الكهربائي الذي استخدم لتسريع الجُسيم؟

جـ. ما مقدار تسارع الجُسيم داخل المجال المغناطيسي؟

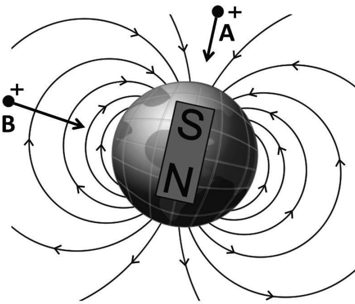
د. ما مقدار نسبة شحنة الجُسيم إلى كتلته؟

....

....

....

3- لوحظ أن الجُسيمات المشحونة القادمة من الفضاء الخارجي والتي تُعرف بالأشعّة الكونيّة تضرب الأرض من جهتي القطبين، كالجُسيم (A) في الشكل، بينما الجُسيمات القادمة من محيط خط الاستواء، مثل الجُسيم (B) لا تصل إلى الأرض. كيف أفسّر ذلك اعتمادًا على معرفتي بخصائص المجال المغناطيسيّ للأرض.



....

....

....

Collins